

pendante de ces commutateurs.

Le procédé précédent peut être mis en oeuvre à l'aide d'un dispositif tel que pour chaque phase d'un réseau alternatif, il comporte au moins une inductance  $L_i$  dont l'une des deux extrémités est reliée à une phase dudit réseau alternatif, l'autre extrémité étant reliée, selon l'état d'un commutateur  $S_i$  défini par un circuit de commande, dans un premier temps, aux inductances  $L_i$  des autres phases afin de mettre simultanément les inductances en court-circuit, formant une charge inductive montée en étoile, et ainsi permettre un stockage d'énergie dans ces inductances et dans un second temps, à un circuit redresseur afin de restituer à une charge l'énergie précédemment emmagasinée dans les inductances.

Avantageusement, le circuit de commande est un générateur de signaux rectangulaires de rapport cyclique fixe et déterminé suivant le rapport souhaité entre la tension entre phases et la tension aux bornes de la charge.

De préférence, le dispositif comporte une inductance  $L_i$  par phase dudit réseau alternatif et ledit circuit redresseur est un montage redresseur double alternance comportant deux éléments de redressement  $D_i$  pour chacune desdites inductances  $L_i$ .

Selon un autre mode particulier de réalisation, le dispositif comporte deux ensembles identiques disposés en parallèle comportant chacun une inductance  $L_i$  par phase dudit réseau alternatif, ledit circuit redresseur étant un montage redresseur double alternance comportant deux éléments de redressement  $D_i$  pour chacune desdites inductances  $L_i$  de chaque ensemble, et lesdits commutateurs  $S_i$  d'un ensemble étant commandés simultanément mais en opposition de phase avec lesdits commutateurs de l'autre ensemble.

Dans ce mode de réalisation, lorsque notamment le rapport cyclique des signaux de commande est égal à 0,5, le radioparasitage est totalement éliminé.

Selon une caractéristique particulière préférentielle de l'invention, lesdits commutateurs  $S_i$  forment entre eux un montage en étoile dont chaque branche est reliée au point commun (A,B,C,D,E,F) existant entre chacune desdites inductances  $L_i$  et au moins un élément de redressement  $D_i$ .

Toutefois, à titre d'alternative, pour certains modes de réalisation particuliers, lesdits commutateurs  $S_i$  forment entre eux un montage polygonal dont chaque branche relie entre eux deux des points communs (A,B,C,D,E,F) existant entre chacune desdites inductances  $L_i$  et au moins un desdits éléments de redressement  $D_i$ .

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront plus directement à la lecture de la description qui va suivre faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente un exemple de réalisation de l'art antérieur,

- les figures 2a et 2b représentent respectivement le schéma d'un exemple de réalisation selon l'invention et les différentes formes d'ondes qui correspondent à ce schéma,

- les figures 3a et 3b représentent respectivement le schéma d'un exemple de réalisation préférentielle selon l'invention et les différentes formes d'ondes qui correspondent à ce schéma,

- la figure 4 montre un autre exemple de réalisation selon l'invention, et

- la figure 5 montre encore un autre exemple de réalisation selon l'invention.

On se réfère maintenant aux dessins et en particulier aux figures 2a et 2b qui représentent respectivement un exemple de réalisation selon l'invention et les formes d'ondes y associées.

Trois inductances  $L_1, L_2, L_3$  placées sur chacune des phases  $Ph_1, Ph_2$  et  $Ph_3$  d'un réseau alternatif triphasé sont reliées par l'intermédiaire d'un pont de diodes  $D_1$  à  $D_6$  hexaphasé à une charge  $R_{ch}$  à laquelle est relié en parallèle un condensateur-tampon  $C$ . Trois interrupteurs commandés,  $S_1, S_2, S_3$  montés en étoile sont reliés respectivement à chaque ligne du réseau alternatif au niveau des points communs entre les inductances  $L_1, L_2, L_3$  et les diodes  $D_1$  à  $D_6$  du pont hexaphasé. Un circuit de commande 1 est disposé entre le point neutre  $N$  de ce montage étoile et l'entrée de commande de chaque interrupteur  $S_1$  à  $S_3$ .

Ce dispositif présente deux temps de fonctionnement selon que les interrupteurs  $S_1$  à  $S_3$  sont en position ouvert ou fermé. Pour les formes d'ondes représentées à la figure 2b, il est supposé que la charge des inductances s'effectue sur la crête positive du courant de la phase  $Ph_1$  et que le signal rectangulaire continu  $V_{cont}$  délivré par le circuit de commande 1 est de rapport cyclique  $n$  égal à 0,5. La fréquence de ce signal, qui est la fréquence de conversion du dispositif est beaucoup plus élevée que celle du réseau alternatif, de 50 à 250 fois supérieure par exemple.

Premier temps : interrupteurs  $S_1$  à  $S_3$  fermés.

Les trois inductances  $L_1$  à  $L_3$  sont reliées au point  $N$  du montage étoile formé par les trois interrupteurs  $S_1$  à  $S_3$  et forment alors une charge triphasée équilibrée (on supposera  $L_1, L_2$  et  $L_3$  identiques). Le courant  $i_s$  dans la charge et les courants  $i(D_1)$  à  $i(D_6)$  dans les diodes  $D_1$  à  $D_6$  sont nuls. Les inductances  $L_1$  à  $L_3$  se chargent et le courant qui traverse ces inductances ainsi que les interrupteurs  $S_1$  à  $S_3$  augmente en valeur absolue. Les courants  $i(L_1)$  et  $i(S_1)$  croissent linéairement (on supposera les inductances parfaites) tandis que les courants  $i(L_2), i(S_2)$  et  $i(L_3), i(S_3)$  décroissent également linéairement mais avec une pente moitiée ( $i(L_2)=i(L_3)$  dans le cas de figure choisie mais plus généralement  $i(L_1)=i(L_2)+i(L_3)$  avec  $i(L_2)=i(L_3)$ ). L'énergie emmagasinée par cha-

que inductance à l'instant précédant l'ouverture des interrupteurs (début de la phase 2) est donnée par l'expression :

$W=0,5 L I^2$  où  $I$  est le courant dans  $L$  à l'instant de l'ouverture.

La somme des courants aboutissant au point neutre  $N$  étant nulle à tout instant dans un tel système triphasé équilibré, on peut montrer que l'énergie totale emmagasinée par les inductances est alors constante et égale à  $0,75 L I_{max}^2$ .

Second temps : interrupteurs  $S1$  à  $S3$  ouverts.

La tension aux bornes des inductances s'inverse et celles-ci restituent à la charge l'énergie emmagasinée pendant le temps précédent. Les courants  $I(S1)$  à  $I(S3)$  s'annulent et le courant traversant les inductances diminue en valeur absolue. Le courant  $I(L1)$  décroît linéairement et les courants  $I(L2)$  et  $I(L3)$  croissent également linéairement mais toujours avec une pente moitiée. Suivant les positions réciproques des phases  $Ph1$ ,  $Ph2$  et  $Ph3$ , il se développera entre les noeuds  $A, B$  et  $C$  des tensions tantôt positives tantôt négatives. Le pont de diode assurant une tension toujours de même signe dans la charge, laissera passer le courant dans celle-ci au travers de trois diodes du pont.

La figure 2b montre le cas où ce courant parvient à la charge au travers des diodes  $01$ ,  $04$  et  $05$ . La valeur des tensions entre noeuds va dépendre du rapport de durée entre les deux temps de fonctionnement (égal à 1 dans le cas d'un rapport cyclique  $n$  égal à 0,5) ainsi que de la résistance de charge appliquée au montage. Un équilibre sera atteint lorsque la somme des énergies emmagasinées dans les inductances sera égale à l'énergie absorbée par la charge. Si les énergies emmagasinées sont suffisantes, la tension de sortie, au niveau de la charge  $Rch$ , sera alors pratiquement identique à la tension entre phases. Si le rapport cyclique  $n$  est différent de 0,5, cette tension de sortie sera alors donnée par la formule :

$$V(\text{sortie}) = V(\text{entre phases})/n \text{ avec } 0 < n < 1$$

La pente des différents courants traversant les inductances dépend également de ce rapport cyclique, de même que la valeur du courant continu  $I_{ch}$  traversant la charge.

La figure 3a montre un exemple de réalisation préférentielle selon l'invention dans laquelle deux montages identiques du type de la figure 2a sont associés. Ils forment un premier et un second ensembles (voie 1 et voie 2) dispersés en parallèle entre un réseau triphasé  $Ph1$ ,  $Ph2$  et  $Ph3$  et une charge  $Rch$  en parallèle, elle mime, avec un condensateur tampon  $C$ . Un inverseur 2 permet de délivrer au second ensemble le même signal que celui délivré par le circuit de commande 1 au premier, mais en opposition de phase.

La figure 3b montre la forme des signaux suivants

en fonction du temps : tension continue ( $V_{cont}$ ) délivrée par le circuit de commande 1 présentant la forme de créneaux rectangulaires, courant moyen dans la phase 2 de la voie 1 ( $I_{moy1 Ph2}$ ) présentant une forme triangulaire, courant moyen dans la phase 2 de la voie 2 ( $I_{moy2 Ph2}$ ) présentant une forme triangulaire complémentaire de celle de la voie 1, somme des courants moyens de la phase 2 dans les voies 1 et 2 ( $I_{moy V1} + I_{moy V2}$ ).

La figure 4 montre un autre exemple de réalisation selon l'invention. Cette réalisation permet l'obtention de résultats analogues à ceux obtenus par le montage de la figure 2a avec une structure légèrement différente. En effet, les trois interrupteurs commandés  $S1$  à  $S3$  du montage de la figure 3a sont remplacés par quatre interrupteurs  $S1-S2$  et  $S3-S4$ , montés deux à deux tête-bêche entre deux phases, pour réaliser un montage en triangle de mise en court-circuit du point neutre. Il est à noter que le choix des phases est indifférent, 1-3 et 2-3 dans l'exemple de la figure 4, et qu'il n'est pas nécessaire de refermer le triangle pour réaliser le fonctionnement désiré. Des diodes drain-source  $DS1$  à  $DS4$  sont montées en parallèle sur les interrupteurs  $S1$  à  $S4$  qui peuvent être par exemple du type MOSFET ou IGBT.

Le circuit de commande 1 du montage de la figure 2a est remplacé par les circuits de commande séparés  $1'$  et  $1''$  qui permettent la commande simultanée des interrupteurs.

La figure 5 montre encore un autre exemple de réalisation selon l'invention. Les trois inductances sont remplacées par six inductances  $L1$  à  $L6$  reliées deux à deux par l'une de leurs extrémités à une phase du réseau alternatif triphasé. Le pont de diodes hexaphasé qui permettait le redressement des signaux sans nécessité de référence fixe est remplacé par un redresseur simple alternance à six diodes ( $D1$  à  $D6$ ) reliées à une borne de la charge  $Rch$ . Le retour du courant aux phases s'effectue maintenant au travers des diodes Drain-Source  $DS1$  à  $DS6$  placées sur chaque interrupteur  $S1$  à  $S6$ .

De tels montages trouvent avantageusement application en prérégulation de toute conversion d'énergie sur le réseau alternatif notamment 400Hz triphasé. Ainsi, dans le domaine des convertisseurs alternatif-continu de génération de sources basse tension ou bien encore celui des convertisseurs alternatifs-alternatifs.

Bien entendu, il n'a été fait ici état que de quelques réalisations et l'homme de l'art pourra tout en restant dans le cadre de l'invention réaliser d'autres montages présentant les mêmes caractéristiques. Des circuits redresseurs simple ou double alternance, des circuits à Thyristors pourront avantageusement être employés en remplacement des montages précédemment décrits.

6

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Numéro de publication : 0 507 663 A1

# DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

12

Numéro de dépôt : 92400885.7

Int. Cl.<sup>5</sup> : H02M 1/12, H02M 7/217,  
H04B 15/02

Date de dépôt : 31.03.92

Priorité : 05.04.91 FR 9104200

Date de publication de la demande :  
07.10.92 Bulletin 92/41

Etats contractants désignés :  
DE GB SE

Demandeur : ARTUS  
Chemin du Champ des Martyrs  
F-49240 Avrille (FR)

Inventeur : Louarn, Marcel  
15 rue du Clos Fleury  
F-49220 Vern D'Anjou (FR)

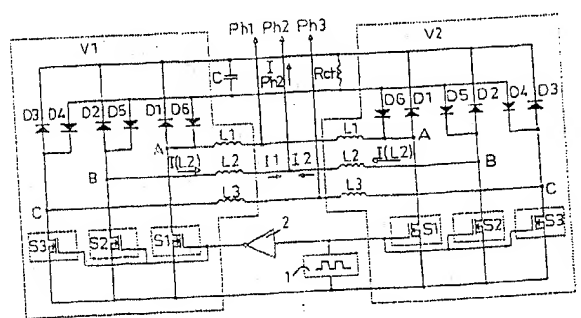
Mandataire : Thévenet, Jean-Bruno et al  
Cabinet BEAU DE LOMENIE 55 rue  
d'Amsterdam  
F-75008 Paris (FR)

Procédé et dispositif pour atténuer l'effet du radioparasitage par conduction sur le réseau alternatif polyphasé.

La présente invention concerne un dispositif pour atténuer le radioparasitage par conduction sur un réseau alternatif polyphasé ainsi que son procédé de fabrication.

Le dispositif selon l'invention comporte deux ensembles identiques disposés en parallèle comportant chacun, pour chaque phase d'un réseau alternatif, une inductance  $L_i$  dont l'une des deux extrémités est reliée à une phase de ce réseau, l'autre extrémité étant reliée, selon la position d'un commutateur  $S_i$  imposée par un circuit de commande (1), tantôt aux inductances  $L_i$  des autres phases pour former sur ce réseau alternatif une charge inductive montée en étoile, tantôt à deux éléments de redressement  $D_i$ , lesquels forment avec ceux des autres phases un circuit redresseur en pont, pour assurer le passage du courant dans une charge résistive  $R_{ch}$  sur laquelle est placée un condensateur  $C$ , les commutateurs  $S_i$  d'un ensemble étant commandés simultanément mais en position de phase avec ceux de l'autre ensemble.

FIG. 3a



0 507 663 A1

La présente invention concerne un procédé pour atténuer l'effet du radioparasitage par conduction sur un réseau alternatif polyphasé alimentant notamment des convertisseurs à découpage.

Il concerne également un dispositif pour la remise en oeuvre de ce procédé principalement destiné à des équipements embarqués à bord d'aéronefs ou bien encore tout type de véhicules terrestres ou navals.

Les convertisseurs à découpage permettent à partir: d'une alimentation fixe, dite source continue, de délivrer à une charge alternativement la tension correspondant à l'un ou l'autre des pôles de la source continue, au rythme de la séquence de hachage, qui peut par exemple s'effectuer à une fréquence de l'ordre de 20 à 100 kHz.

Il est donc demandé à cette source continue des courants impulsionsnels qui peuvent être soit toujours de même signe, soit de signes alternés. Les courants impulsionsnels circulant dans ce convertisseur à la fréquence de hachage, appelée aussi fréquence de conversion, remontent en partie ou en totalité vers le réseau alternatif à partir duquel cette source continue est obtenue. En outre, la formation particulière de cette source continue, après redressement double alternance à partir du réseau alternatif, est elle-même génératrice de nombreux harmoniques de la fréquence de ce réseau. Il en résulte une détérioration des formes d'ondes des courants circulant sur le réseau alternatif.

Il est connu, pour éviter le retour vers le réseau alternatif de tous ces courants indésirables, d'insérer sur les lignes de ce réseau, en amont de l'ensemble de redressement, des filtres capables de réduire suffisamment le niveau des perturbations ainsi créées pour répondre aux normes de radioparasitage par conduction existant tant pour la bande harmonique de la fréquence du réseau alternatif que pour la bande harmonique de la fréquence de conversion.

Toutefois, dès que les puissances demandées atteignent quelques kilowatts, le volume et le poids de tels filtres deviennent vite incompatibles avec une utilisation sur des équipements embarqués tels que cités précédemment.

Il est aussi connu, pour un réseau alternatif 115V/60Hz monophasé, de recourir au montage de la figure 1 pour réduire très sensiblement les perturbations dues aux harmoniques de la fréquence de ce réseau. Pour ce faire, un circuit spécifique de contrôle et de commande 10 permet de garantir que la forme du courant circulant dans le réseau monophasé est sinusoïdal et en phase avec la tension de celui-ci.

Un tel montage comporte en entrée un circuit de redressement 20 placé directement sur le réseau monophasé et en sortie une charge Rch sur laquelle est placé en parallèle un condensateur tampon C. Une inductance réservoir L et un premier commutateur D (diode) sont disposés en série entre l'une des bornes de sortie du circuit de redressement 20 et l'une des

bornes de la charge Rch, l'autre borne de sortie du circuit de redressement 20 étant reliée directement à l'autre borne de la charge Rch. Un second commutateur S commandé par un circuit 10 est placé en parallèle entre le point commun à l'inductance L et le premier commutateur D, et l'autre borne de la charge Rch qui est aussi celle du circuit de redressement 20.

Le circuit 10 qui assure la commande de la séquence de hachage par l'action sur le commutateur S, contrôle également la forme des tensions et courants circulant dans le montage en prélevant ceux-ci en différents points. De par le principe de contrôle utilisé, la forme du courant I red qui circule dans l'inductance L est identique à celle de la tension réseau redressée Vred et pratiquement en phase avec elle. Toutefois, une ondulation triangulaire, dont l'amplitude dépend de la valeur de l'inductance L et de la fréquence de la séquence de hachage, subsiste en superposition de l'onde sinusoïdale.

Il en résulte qu'un tel montage, s'il permet de s'affranchir des perturbations provoquées par les harmoniques de la fréquence réseau, comme pourrait d'ailleurs le montrer une analyse spectrale, ne réussit pas à éliminer celles liées à la fréquence de conversion.

La présente invention vise à remédier aux inconvénients précités et notamment par un système simple, fiable et peu onéreux à maîtriser les perturbations tant dans la bande harmonique de la fréquence réseau que dans la bande harmonique de la fréquence de conversion.

Ces buts sont atteints grâce à un procédé pour atténuer l'effet du radioparasitage par conduction sur un réseau alternatif polyphasé comportant les étapes suivantes :

- a) - relier simultanément entres elles, par la conduction de commutateurs Si, des inductances Li, dont l'une des deux extrémités de chaque inductance est connectée à une phase dudit réseau alternatif, pour former une charge inductive montée en étoile afin de permettre un stockage d'énergie dans ces inductances par le courant circulant entre les phases,
- b) - relier simultanément, par le blocage des commutateurs Si, ces inductances Li à un circuit redresseur afin de restituer à une charge l'énergie précédemment emmagasinée dans les inductances,
- c) - répéter les étapes a) et b) au rythme d'un circuit de commande définissant des instants de fermeture et d'ouverture des commutateurs Si correspondant respectivement à la liaison des inductances entres elles et à la liaison des inductances avec le circuit redresseur.

L'absence de tout dispositif de contrôle des angles d'ouverture des commutateurs simplifie considérablement leur commande et évite les déséquilibres de puissance pouvant en résulter.

## Revendications

1. Procédé pour atténuer l'effet du radioparasitage par conduction sur un réseau alternatif polyphasé, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
  - a) - relier simultanément entres elles, par la conduction de commutateurs (Si), des inductances (Li), dont l'une des deux extrémités de chaque inductance est connectée à une phase dudit réseau alternatif, pour former une charge inductive montée en étoile afin de permettre un stockage d'énergie dans ces inductances par le courant circulant entre les phases,
  - b) - relier simultanément, par le blocage des commutateurs (Si), ces inductances (Li) à un circuit redresseur afin de restituer à une charge l'énergie précédemment emmagasinée dans les inductances,
  - c) - répéter les étapes a) et b) au rythme d'un circuit de commande (1) définissant des instants de fermeture et d'ouverture des commutateurs (Si) correspondant respectivement à la liaison des inductances entres elles et à la liaison des inductances avec le circuit redresseur.
2. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que pour chaque phase d'un réseau alternatif, il comporte au moins une inductance (Li) dont l'une des deux extrémités est reliée à une phase dudit réseau alternatif, l'autre extrémité étant reliée, selon l'état d'un commutateur (Si) défini par un circuit de commande (1), dans un premier temps aux inductances (Li) des autres phases afin de mettre simultanément les inductances en court-circuit, formant une charge inductive montée en étoile, et ainsi permettre un stockage d'énergie dans ces inductances et dans un second temps à un circuit redresseur afin de restituer à une charge d'énergie précédemment emmagasinée dans les inductances.
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit circuit de commande (1) consiste en un générateur de signaux rectangulaires de rapport cyclique fixe et déterminé suivant le rapport souhaité entre la tension entre phases et la tension aux bornes de la charge.
4. Dispositif selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce qu'il comporte une inductance (Li) par phase dudit réseau alternatif et en ce que ledit circuit redresseur est un montage redresseur double alternance comportant deux éléments de redressement (Di) pour chacune desdites inductances (Li).
5. Dispositif selon l'une des revendications 2 et 3 caractérisé en ce qu'il comporte deux inductances (Li) par phase dudit réseau alternatif et en ce que ledit circuit redresseur comporte un élément de redressement (Di) pour chacune desdites inductances (Li).
6. Dispositif selon l'une des revendications 2 et 3 caractérisé en ce qu'il comporte deux ensembles identiques disphasés en parallèle comportant chacun, une inductance (Li) par phase dudit réseau alternatif, ledit circuit redresseur étant un montage redresseur double alternance comportant deux éléments de redressement (Di) pour chacune desdites inductances (Li) de chaque ensemble et en ce que lesdits commutateurs (Si) d'un ensemble sont commandés simultanément mais en opposition de phase avec lesdits commutateurs (Si) de l'autre ensemble.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que lesdits commutateurs (Si) forment entre eux un montage en étoile dont l'extrémité libre de chaque branche est reliée au point commun (A,B,C,D,E,F) existant entre chacune desdites inductances (Li) et au moins un élément de redressement (Di).
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que lesdits commutateurs (Si) forment entre eux un montage polygonal dont chaque branche relie entre eux deux des points communs (A,B,C,D,E,F) existant entre chacune desdites inductances (Li) et au moins un desdits éléments de redressement (Di).
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, caractérisé en ce que ledit réseau alternatif est un réseau alternatif triphasé 400Hz.
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, caractérisé en ce que le rapport cyclique des signaux délivrés par le circuit de commande (1) est égal à 0,5.

FIG.1

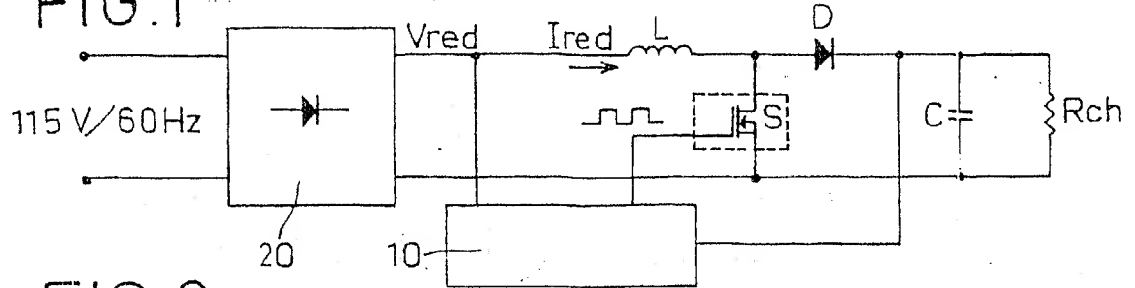


FIG.2a

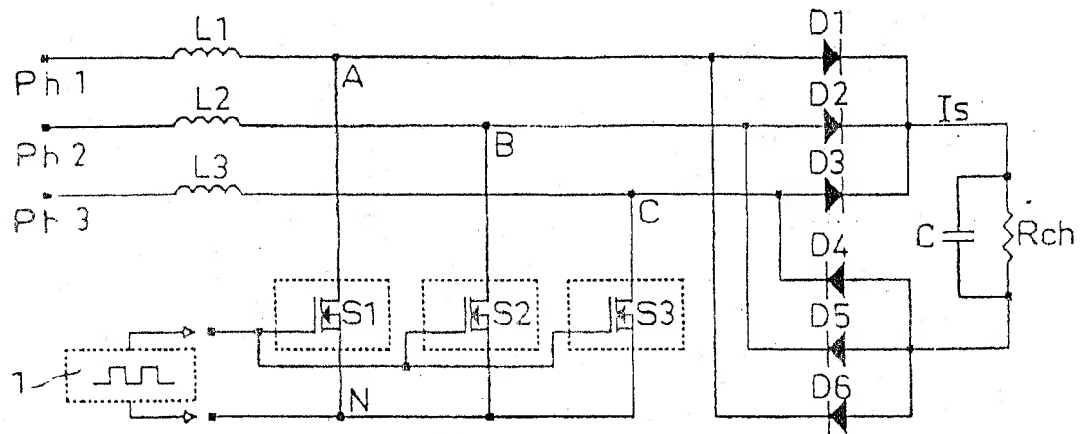
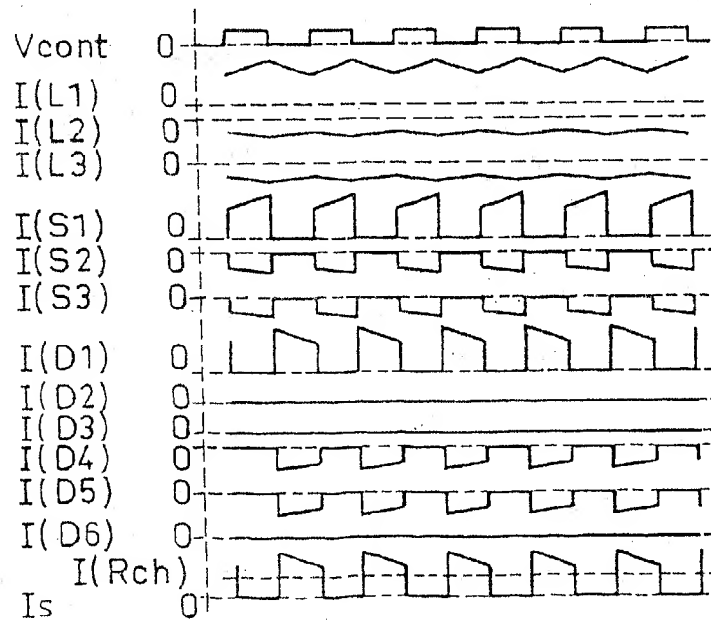


FIG.2b



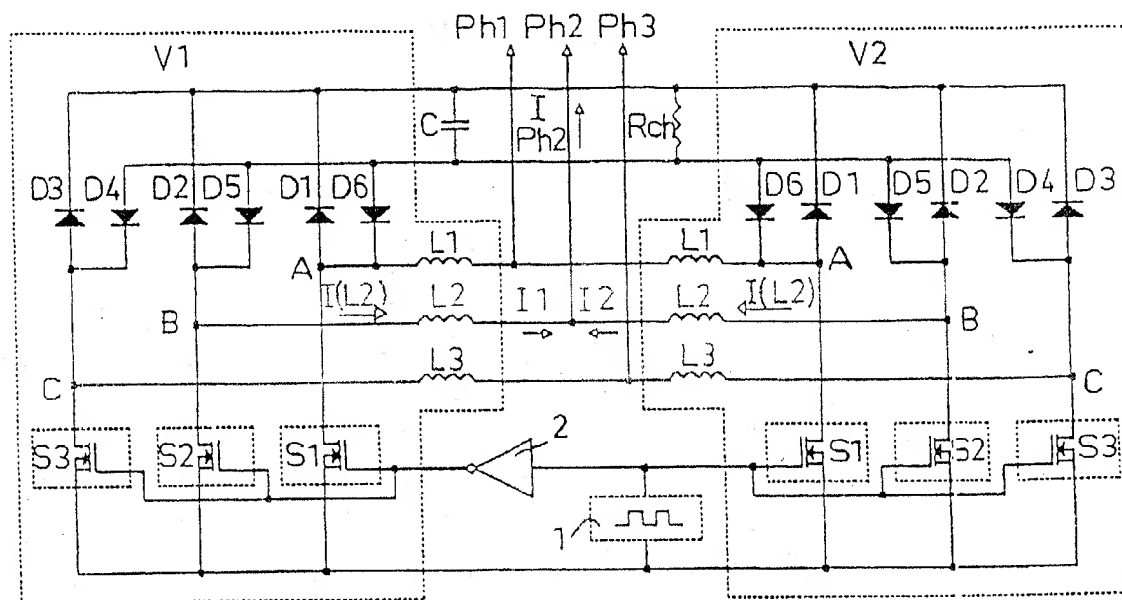
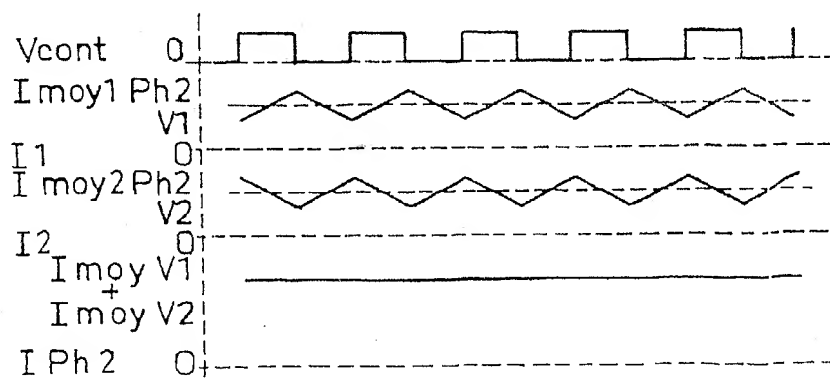


FIG. 3b



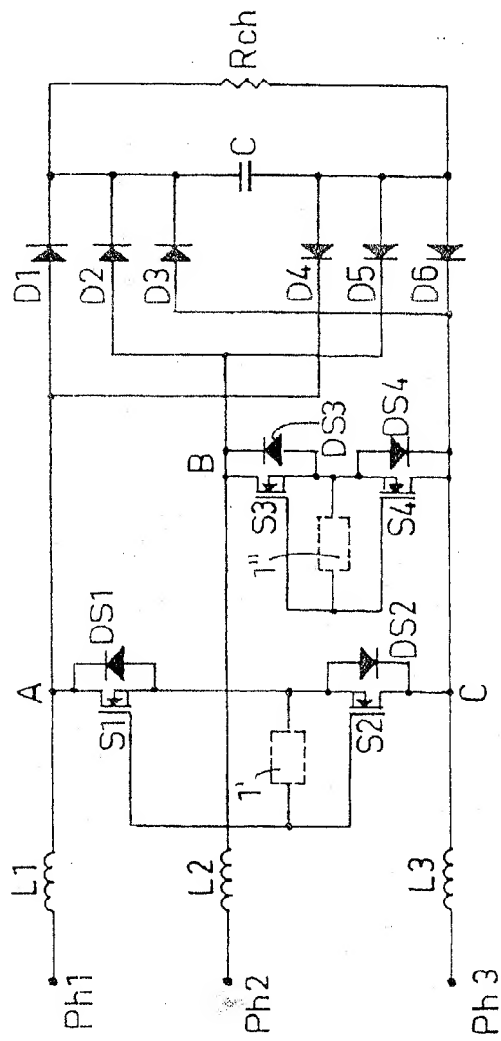


FIG. 4

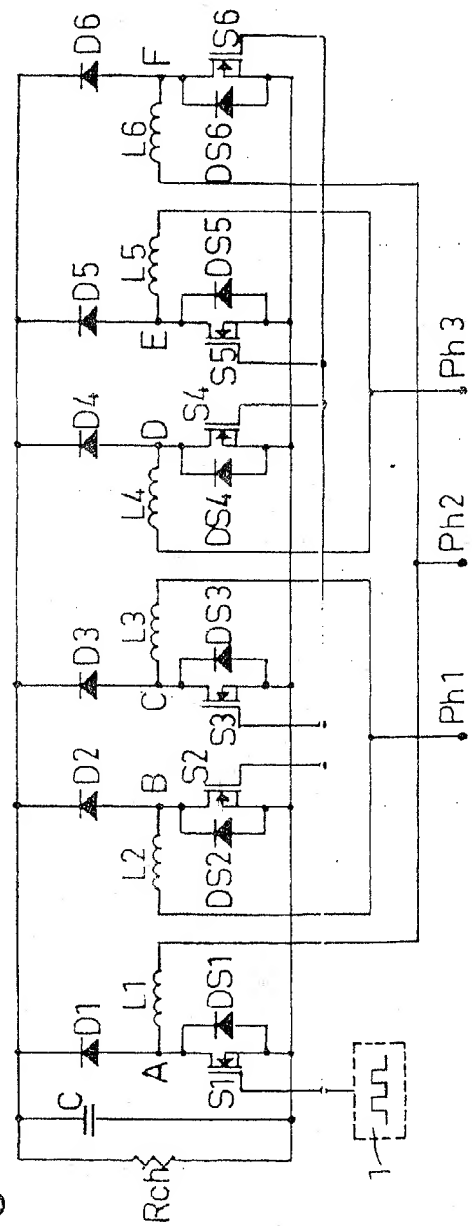


FIG. 5



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 0885

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	US-A-4 412 277 (MITCHELL) * le document en entier *	1, 2, 4	H02M1/12 H02M7/217 H04B15/02
Y	-----	3, 5, 6, 10	
X	EP-A-0 307 719 (HITACHI) * page 6, ligne 25 - ligne 34; figures 10, 14 *	1, 2, 4, 8	
Y	DE-A-3 025 405 (SIEMENS) * le document en entier *	3, 10	
Y	US-A-4 384 321 (RIPPEL) * le document en entier *	5, 6	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 210 (P-223)(1355) 16 Septembre 1983 & JP-A-58 105 315 ( HITACHI ) 23 Juin 1983 * abrégé *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			H02M
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 15 MAI 1992	Examineur VAN DEN DOEL J.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03.92 (P002)